



Poó Rubio, Aurora Minna (2017).
(<https://orcid.org/0000-0001-7770-029X>)

Deconstrucción de la forma y construcción del espacio en un ambiente digital.
p. 15-32

En:
BIM en la construcción / coordinadores: Aurora Minna Poó Rubio y Jorge Rodríguez-Martínez.
México: Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Azcapotzalco, 2017.

Fuente: ISBN 978-607-28-1305-1.
Relación: <http://hdl.handle.net/11191/5782>

Universidad Autónoma Metropolitana
Casa abierta al tiempo **Azcapotzalco**

CYAD
Ciencias y Artes para el Diseño

Procesos
y Técnicas de Realización

<https://www.azc.uam.mx/>

<https://www.cyad.online/uam/>

<http://procesos.azc.uam.mx/>

Administración y Tecnología para el Diseño
Investigación

<https://administracionytecnologiaaeldisenio.azc.uam.mx/>

Repositorio Institucional
Zaloamati
"Preservar con amor y cariño el saber"

<http://zaloamati.azc.uam.mx>



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como

Atribución-NoComercial-SinDerivadas

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

D.R. © 2016. Universidad Autónoma Metropolitana. Se autoriza copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato, siempre y cuando se den los créditos de manera adecuada, no puede hacer uso del material con propósitos comerciales, si remezcla, transforma o crea a partir del material, no podrá distribuir el material modificado. Para cualquier otro uso, se requiere autorización expresa de la Universidad Autónoma Metropolitana.

VILLA SABOYA, LE CORBUSIER[10]



Dra. Aurora Minna Poó Rubio
Universidad Autónoma Metropolitana - México
pram@correo.azc.uam.mx - dra.aurora.poo@gmail.com

02

DECONSTRUCCIÓN DE LA FORMA Y
CONSTRUCCIÓN DEL ESPACIO EN
UN AMBIENTE DIGITAL

INTRODUCCIÓN

Los avances en la tecnología han afectado nuestro entorno de muy diferentes formas y la arquitectura no se ha escapado de ello; las nuevas tecnologías han cambiado la percepción de los espacios y de los lugares, de las formas y de los volúmenes, de los materiales y de las estructuras. Dos aspectos se han desarrollado de manera paralela, por un lado, se ha facilitado la accesibilidad hacia diversos mundos virtuales y, por el otro, el mundo material parece haber ganado con la experiencia del mundo digital.

En cuanto a la arquitectura, las diversas tecnologías digitales han incrementado la velocidad del dibujo de planos, se ha abierto un campo de experimentación formal por medio del modelado virtual articulado con la exactitud que ofrecen los programas de cómputo; también hay una mayor vinculación del trabajo proyectual con la ejecución de la obra, así como la intercomunicación entre las diversas personas y aún oficinas involucradas en un proyecto, sin importar que puedan estar ubicadas en lugares distantes en una misma ciudad o aún en ciudades o países diferentes. En el presente trabajo se aborda el desarrollo tecnológico digital y su impacto en el diseño arquitectónico, una visión somera y no exhaustiva de las corrientes arquitectónicas recientes y la manipulación de la forma y del diseño con ayuda de programas de cómputo, así como la creciente complejidad de muchos de los edificios modernos, tanto por su escala, proporciones, materiales y estructuras, como por la complicación de los programas arquitectónicos y los requerimientos funcionales que se tienen que cumplir; todo esto desde la perspectiva del desarrollo digital.

ANTECEDENTES

Los espacios virtuales no son producto actual de la tecnología. Desde mucho tiempo atrás se han creado mundos imaginarios en la literatura y en las artes. Desde el Renacimiento se pintaban lugares en perspectiva y el cuadro -obra en dos dimensiones- contenía la representación del espacio. En contraste con las formas planas de épocas anteriores, los pintores de siglo XV estaban obsesionados por la representación de la profundidad, inquietud que se resume en una frase de Paolo Ucello, quien consideraba la perspectiva como "la manifestación de la belleza".

En la figura (2.1) se puede apreciar el tratamiento en perspectiva del espacio interior como fondo de los personajes centrales del cuadro. Si bien en esa época el género paisajístico también se cultivaba con entusiasmo, carecía del detallismo minucioso de los primitivos artistas flamencos, pero buscaba los efectos de profundidad para encuadrar sus Figuras. A partir de 1840, con la invención de la fotografía y el cine, la búsqueda de la captación de estos mundos virtuales se intensificó (Mandour, 2007). Actualmente, las nuevas tecnologías, especialmente la multimedia han ampliado las posibilidades de representar y recrear el espacio de manera virtual. En la figura (2.2) se observa la profundidad y el tratamiento espacial de la perspectiva con un solo punto de fuga.

1 - Jan Van Eyck, pintor flamenco del siglo XV, fue un gran innovador; tiene un interesante manejo de la perspectiva en la representación bidimensional del espacio con detallismo en los decorados y gran colorido; utilizó el óleo como técnica pictórica. Fotografía de acceso libre en Internet. www.cossio.net/..../cuadros.jpg. Accesada el 16/06/2010.

2 - La Escuela de Atenas es una de las grandes obras de la pintura renacentista que celebra la investigación racional de la verdad. Es un fresco ubicado en la Signatura del Vaticano. La configuración de la arquitectura del templo de la sabiduría, con los nichos de Apolo y Palas Atenea, es una muestra del espacio renacentista. La perspectiva se inspira en las obras de Leonardo da Vinci y en los personajes de Miguel.



IZQUIERDA **Figura 2.1**

La perspectiva en la pintura. Los esposos Arnolfini. Jan Van Eyck. Siglo XV. National Gallery, London [1].

ABAJO **Figura 2.2**

La perspectiva en la pintura. La Escuela de Atenas. Rafael Sanzio. Museo Vaticano [2].





Izquierda **Figura 2.3**

Retrato de Iván Kliks. Kazimir Malévich, 1913. Museo Ruso[4].
www.drassolt.com/imagenes/picasso. Accesada el 24/04/2010.

3 - Edelman, Thomas. Laboratorio de la Modernidad. El artículo habla acerca la celebración del 90 aniversario de la Bauhaus en el 2009. Exposiciones en Weimar, Dessau, Berlín y Nueva York recuerdan a la influyente y controvertida institución, que realizó aportes esenciales a las formas modernas en la arquitectura, el arte y el diseño. El arquitecto Walter Gropius (1883-1969) fue nombrado primer director de la Universidad de Artes Plásticas del Gran Ducado de Sajonia. Gropius la une con la Academia de Artes y Oficios, cerrada desde 1915, y la bautiza "Staatliches Bauhaus in Weimar". La fundación oficial tiene lugar el 1 de abril de 1919. El mismo mes, Gropius redacta el Manifiesto de la Bauhaus. "¡El objetivo de toda actividad artística es la construcción!". Es un texto inspirado en las corrientes expresionistas: La nueva universidad toma como modelo los talleres medievales de construcción de las catedrales góticas, en los que los artesanos y los artistas trabajaban juntos. Si bien el modelo es antiguo, la visión de Gropius fue sumamente moderna: "Los arquitectos, los pintores y los escultores deben volver a conocer y comprender la forma pluridimensional de la construcción en su totalidad y en sus partes. Sus obras volverán entonces a llenarse por sí solas del espíritu arquitectónico que se ha perdido en el arte de salón", escribe. Revolucionaria es la combinación que surge en Weimar de arte y artesanía, revolucionario es también el rechazo a las viejas concepciones de las academias de arte, en las que los estudiantes debían imitar durante años la forma de trabajo de sus profesores y la creación artística se orientaba por modelos históricos. Con el fin de la Primera Guerra Mundial no sólo colapsó el viejo orden político. También las estrategias y concepciones estéticas del siglo XIX pasaron súbitamente a ser obsoletas. www.magazine_deutschland.de.

La preocupación de los artistas plásticos por la representación de espacio evoluciona. En el siglo XVII se reconsidera el espacio y empieza a experimentarse con él. Las que fueron novedades de la contemporaneidad se fueron incorporando paulatinamente a las obras de algunos grandes maestros de entonces. La ruptura radical del academicismo y de las formas compositivas tradicionales que representó el movimiento moderno a principios del siglo XX, daría origen a diferentes corrientes en todas las artes. La Bauhaus[3] tiene gran influencia tanto en el arte, como en el diseño y la arquitectura, igual que el surgimiento del arte abstracto de Paul Klee, Wassily Kandinski, Piet Mondrian y Kazimir Malévich que, alejados de la representación Figurativa, abordaron la abstracción de las formas (ver figura 2.3).

"Ángel. En el centro está Platón con el Timeo señalando el cielo y Aristóteles con la Ética presidiendo un gran número de personajes. A la izquierda se encuentra Sócrates conversando con Alejandro Magno. También están Epicuro y Pitágoras. Se ha pretendido ver en esta pintura una representación de las siete artes liberales. En

Derecha **Figura 2.4**

Tres Mujeres. Pablo Picasso 1907. Museo del Ermitage, San Petersburgo[5,6]



el primer plano, a la izquierda: Gramática, Aritmética y Música, a la derecha: Geometría y Astronomía y en lo alto de la escalinata Retórica y Dialéctica. Fotografía de acceso libre en Internet. www.cossio.net/..../cuadros.jpg. Accesada el 16/06/2010."

Otra corriente relevante fue el cubismo, movimiento artístico que se dio en Francia entre 1907 y 1914 encabezado por Pablo Picasso (figura 2.4), Georges Braque y Juan Gris. Las formas de la naturaleza se construyen por medio de Figuras geométricas, las líneas y superficies se fragmentan, se adopta la perspectiva múltiple al representar varias caras de un objeto en un mismo plano, de frente, de perfil, de un lado u otro. Ya no hay punto de vista único, ni sensación de profundidad.

Las obras producidas dentro de este movimiento son de difícil comprensión al no tener referentes Figurativos inmediatos; la imagen representada es frecuentemente ilegible, no se puede decodificar la Figura y estructurar mentalmente el objeto representado. Fue el primer movimiento en

estar apoyado en un discurso escrito, siendo este tan importante como la misma práctica artística. El cubismo fue un movimiento que afectó no únicamente a las artes plásticas. El escritor francés Guillaume Apollinaire lo llevó a la literatura; en busca de recomponer la realidad mezclando imágenes y conceptos al azar. A partir de 1840, con la invención de la fotografía y el cine la búsqueda de la captación de estos mundos virtuales se intensificó (Mandour, 2007). Gracias a la fotografía, el espacio se pudo captar en dos dimensiones; la perspectiva, que había sido manejada como una ilusión óptica, pudo ser manipulada. La fotografía de una plaza tomada de frente, generalmente da una imagen plana pero si se maneja el escorzo, por ejemplo en

4 - www.museoruso.blogspot.com/2998/10/retrato-de-ivan-klum. Fotografía de acceso libre en internet. Accesada el 6/04/2010.

5 - www.drasolt.com/imagenes/picasso. Accesada el 24/04/2010.

6 - www.artespaña.nosdomains.com/biografia/pablo_picasso.html. Accesada el 24/04/2010

una fila de árboles, el primero de ellos en primer plano y el décimo al final, produce una imagen en la que se acentúa la profundidad. La perspectiva y la profundidad van de la mano, depende de la ubicación del observador, en este caso el fotógrafo, para acentuar el espacio y ambiente del lugar. La organización de las dimensiones espacial y temporal en el lenguaje fílmico presenta algunas particularidades con respecto a otras manifestaciones discursivas. En el cine, el espacio y el tiempo son ejemplos imprescindibles del relato. Evidentemente, en el cine el espacio se construye a través de la imagen, pero hay otros elementos que contribuyen a su creación y concreción como son los personajes, el ruido, la música, la temporalidad, entre otros.

Como ocurre en la pintura y la fotografía, la imagen fílmica es físicamente bidimensional, pero en la pantalla plana se representa un espacio tridimensional ficticio mediante imágenes fuertemente icónicas; el espacio fílmico se hace equivaler a las características de la cámara: el punto de vista, la perspectiva y la relación objetividad-subjetividad (Martínez, 2006)[7]. El encuadre y la angulación del espacio tienen capacidad expresiva y han sido utilizados frecuentemente en el cine.

Actualmente, las nuevas tecnologías, especialmente la multimedia han ampliado las posibilidades de representar y recrear el espacio de manera virtual. Cada vez que esto ha sucedido, han surgido nuevos paradigmas de innegable importancia. Lo digital impacta en la posibilidad de representar la idea de diseño y poderse comunicar sin que el observador tenga los conocimientos técnicos del realizador -se modifica la relación cliente-observador y arquitecto-realizador del diseño-, se incrementan la velocidad de la representación del diseño y el trabajo colaborativo en ambientes virtuales que no necesariamente comparten el espacio físico, además de que hay mayores posibilidades de efectos visuales en la presentación, mayor capacidad de experimentación, entre otras ventajas.

Cada vez que se han ampliado las posibilidades de la representación virtual del espacio han surgido nuevos paradigmas de genuina importancia. Cabe señalar que, como arquitectos y como usuarios de los espacios construidos, estamos más familiarizados con el espacio real, con el espacio físico que ha sido el ámbito de acción y la materia de trabajo de la arquitectura, de la planeación de espacios y de ciudades, del urbanismo y naturalmente de la construcción. Si consideramos al objeto arquitectónico como un sistema espacial, tenemos que referirnos al concepto de sistema: es un ordenado y cohesivo conjunto de componentes que conforman un todo que es más que la suma de las partes; cada elemento está caracterizado por un conjunto de atributos; todos los componentes están interconectados por una serie de relaciones que forman la estructura del sistema; cada componente tiene una relación específica con el sistema en su totalidad y tiene una función particular dentro de él. En conjunto, estas relaciones conforman un sistema. (Niezabitowski, 2009).

En este contexto, el objeto arquitectónico puede ser considerado como un conjunto de elementos espaciales interconectados de manera tal que el observador puede percibirlo visualmente como un todo, cohesivo y ordenadamente integrado. (Ibid, 2009) La percepción del espacio es primordialmente visual, compuesto de elementos como forma, dimensión, textura, color, etcétera. El edificio o el conjunto arquitectónico entendido como un todo, con su forma, volumen, dimensiones, texturas, colores, materiales, pisos, techos, estructura, etcétera, es la materia de nuestro estudio.

7 - Martínez Expósito, Alfredo. "Semiotic Organization of Space and Time in Film", Alpha No. 23. Diciembre 2006. Pags. 181-200 Versión On Line. ISSN 0718-2201. University of Queensland, Head School of Languages and Comparative. Australia.

8 - La Morfología (del griego morfos, forma y «λογος» logos, estudio) es la disciplina que estudia la generación y las propiedades de la forma. Diccionario de la Real Academia Española de la Lengua.

9 - Sintaxis, del latín syntaxis, significa coordinar. Diccionario de la Real Academia Española de la Lengua.



Figura 2.5 Villa Saboya, Le Corbusier[10].

Dos componentes importantes para la percepción del objeto arquitectónico son la morfología y la sintaxis. La morfología[8] es la apariencia externa del objeto, es la cualidad geométrica que puede ser descrita por medio de los conceptos y formas establecidos en la geometría euclidiana.

Adicionalmente, cada objeto arquitectónico contiene una cierta cantidad de elementos y unidades de diferentes clases que forman espacios llenos y espacios vacíos que siempre se complementan y nunca existen separados unos de los otros. Se establece una regla de articulación general para la definición del espacio que relaciona la Figura y su contorno, que establece los límites, las fronteras del objeto arquitectónico tanto en el campo físico como en el visual. Referente a la sintaxis[9] la definición aplicada al mundo digital dice que es el conjunto

de reglas que definen las secuencias correctas de los elementos de un lenguaje de programación, enunciado que puede ser retomado para explicar las relaciones del objeto arquitectónico como la composición u ordenamiento de los elementos que integran el todo arquitectónico.

LA FORMA EN LA ARQUITECTURA

Las diferentes corrientes arquitectónicas han manejado la forma de maneras disímiles. Desde formas geométricas puras hasta como las pirámides de Egipto hasta las morfologías complejas renacentistas, desde la austeridad morfológica formal de la arquitectura internacional hasta el barroquismo exacerbado del actual movimiento deconstructivista, la forma ha sido objeto de estudio, manipulación, experimentación y empleada como símbolo del momento, de la época y del estilo del autor.

10 - www.GreatBuildings.com. Fotografía de acceso libre en Internet. Accesada el 11/02/2010.



Izquierda **Figura 2.6**

Arquitectura deconstructivista, Biblioteca Central de Seattle. Rem Koolhaas[12].

11 - Hubo dos sucesos importantes para el movimiento deconstructivista. El primero, la exposición de 1988 en el Museo de Arte Moderno de Nueva York Deconstructivist Architecture (Arquitectura Deconstructivista) organizada por Mark Wigley, crítico de arquitectura y Philip Johnson, arquitecto, en la que se exhibieron obras de Frank Gehry, Bernard Tschumi, Zaha Hadid, Daniel Libeskind, Rem Koolhaas, Peter Eisenmann y Coop Himmelb(l)au. El segundo evento fue el concurso internacional para el proyecto del Parc de la Villette en París convocado en 1982, que fue ganado por Tschumi (plan urbano general y proyecto de las Folies) y en el que también participaron Jacques Derrida, filósofo francés, importante teórico que integra la filosofía, la arquitectura y el deconstructivismo, y Peter Eisenmann. Este último, influido por Derrida es el que sienta las bases filosóficas del movimiento literario de la deconstrucción. Como parte del conjunto Guy de Portzamparc proyectó la Cité de la Musique. También Zaha Hadid fue invitada a participar. Grands Travaux. Numero Special Connaissance des Arts. La Villette. Pp. 52-59. El Parc de la Villette, Cité des Sciences et de l'Industrie es un parque en 12 hectáreas, que contiene un conjunto cultural compuesto por la Grande Halle, Museo de las Ciencias, en las instalaciones de la sala de ventas del antiguo rastro de París, las Folies, estructuras con connotaciones industriales también proyectadas por Tschumi, construidas con finalidad escultórica más que utilitaria, la Géode estructura geodésica, la Cité de la Musique y otras instalaciones más. Además de espacios verdes también utilizados para actividades culturales como el auditorio al aire libre. Es parte de los Grands Travaux (Grandes Trabajos) impulsados por el entonces presidente de Francia, François Mitterrand. Se inauguró el 14 de marzo de 1986. imágenes 7 y 8.

El movimiento moderno en el campo de la arquitectura, que tuvo efecto en las primeras décadas del siglo XX, busca la pureza de la forma, rompe con la ornamentación y predominan las plantas y secciones ortogonales, los volúmenes se caracterizan por su geometría perfecta, cubos y rectángulos, con cilindros en ocasiones y pocas superficies curvas. La Bauhaus ejerce una influencia determinante y se impone el racionalismo basado en la tecnología y en lo industrial. Le Corbusier, exponente del Movimiento Moderno junto con Walter Gropius, Mies Van der Rohe, Peter Behrens, proyecta la Villa Savoye, (figura 2.5) que es un ejemplo de ingravidez con pureza formal racionalista, las columnas elevan la casa y sus características estructurales permiten la fluidez de los espacios, el uso de terrazas, largas ventanas horizontales y empleo sobrio de los elementos en la fachada.

Los materiales de construcción, especialmente el concreto armado, ofrecen nuevas posibilidades



Figura 2.7 - Figura 2.8 Parc de la Villette, Folies. Cité des Sciences et de l'Industrie, Paris. Bernard Tschumi.[13] Paris.

a los arquitectos. Después de la sobriedad formal de los arquitectos que sentaron las bases de la arquitectura Moderna, corriente de la arquitectura a la que siguieron otras tendencias, el funcionalismo y el posmodernismo entre ellas, fue a finales de la década de 1980, que nace la corriente deconstructivista[11], que se caracteriza por la fragmentación, el proceso de diseño no lineal, la manipulación de las superficies y rompe con la geometría euclidiana de formas rectilíneas.

Se distorsionan y dislocan los volúmenes y las fachadas; se excluyen algunos principios que habían sido fundamentales en la Arquitectura Moderna como la pureza de la estructura y la fachada como piel que envuelve al edificio de forma perfecta (figura 2.6).

Las formas son aparentemente impredecibles y caóticas, hay el intento de liberar a la arquitectura de las reglas modernistas que se consideran

limitantes. Predominan el formalismo radical y su manipulación como un juego digital. Esta corriente tuvo in gran impulso con los avances de la tecnología digital. (figuras 2.7, 2.8 y 2.9).

A finales de la década de 1980, después de la sobriedad formal de los arquitectos que sentaron las bases de la arquitectura moderna (a la que siguieron otras tendencias como el funcionalismo y el posmodernismo), nace la corriente deconstructivista que se caracteriza por la fragmentación, el proceso de diseño no lineal, la manipulación de las superficies, además de romper con la geometría euclidiana de formas rectilíneas.

12 - www.arq.com.mx. Buscador de Arquitectura. Fotografía de acceso libre en Internet. Accesada el 20/03/2010.

13 - Entre las obras de Bernard Tschumi, además del Parc de la Villette, se encuentran la Cité des Arts et Sciences, así como las Folies, estructuras con fines más formales que utilitarios. www.nuevo-paris-ile-de-france/museos. Fotografías de acceso libre en Internet. Accesada el 22/02/2010.



Figura 2.9 Arquitectura deconstructivista, UFA-Plast en Dresden, Alemania. Coop Himmelbau[14].

DECONSTRUCCIÓN Y TECNOLOGÍA. LA ARQUITECTURA DIGITAL

La arquitectura digital o arquitectura virtual es "aquel universo de objetos construidos, visualizados, accedidos, manipulados y utilizados tridimensionalmente, con propósito arquitectónico y de permanencia con derecho propio, en un ámbito digital informático que les confiere su condición de virtualidad, pudiendo ésta ser activada dentro o fuera de línea." (Vélez, 2000)[15].

Si bien la tecnología digital ha sido utilizada por los arquitectos desde tiempo atrás, su evolución vino a solucionar el reto que representa proyectar y construir formas complejas, puso en la mano de los arquitectos la visualización a través de los medios electrónicos, del diseño de morfologías complicadas con sus correspondientes elementos, igual de complicados, las instrucciones para su fabricación y su construcción. (Llavaneras, 2001).

A partir de los años 60, los programas de cómputo enfocados al trabajo arquitectónico comenzaron a ser utilizados de manera sistemática, principalmente en Estados Unidos y Europa. Originalmente su finalidad era ser una herramienta que auxiliara el trabajo de representación de los proyectos no sólo arquitectónicos, sino también para la manufactura, con funciones flexibles y posibilidad de almacenaje de la documentación, lo cual cumplía y sistematizaba distintas tareas, principalmente el guardado de archivos, la eventualidad de correcciones en la computadora y no en planos impresos con anterioridad, entre otras. Con el tiempo, las posibilidades se ampliaron para llegar a los programas 2D con dibujos

14 - www.arq.com.mx. Buscador de Arquitectura. Fotografía de acceso libre en Internet. Accesada el 20/03/2010.

15 - Vélez Jahn, Gonzalo. "Construyendo el espacio digital". Memorias del 4º. Congreso de Sociedad Iberoamericana de Gráfica Digital (SIGRADI), Río de Janeiro, Brasil. 2000.

paramétricos con resultados de mayor rapidez en la documentación para correcciones, revisiones y reducción de errores, y 3D como herramienta para diseños conceptuales, para explorar y experimentar ideas de diseño, así como para lograr presentaciones de mayor impacto. A la fecha, estos programas 3D tienen adicionados una amplia biblioteca de materiales, colores, texturas, etcétera. Esto que ayuda a crear presentaciones visualmente atractivas y a la comunicación con clientes, colegas, personal técnico, así como constructores.

El dilema de plasmar una idea tridimensional en planos bidimensionales ha existido desde siempre. A la fecha, la interfaz de trabajo (el monitor de la computadora) continúa siendo estrictamente bidimensional, igual que los variados elementos de salida como planos impresos, proyecciones de video, etcétera. La tercera dimensión que ofrecen los programas de modelado en 3D permiten una forma nueva forma de trabajo que combina las posibilidades intuitivas de los modelos físicos o maquetas, con la precisión e inmaterialidad del dibujo. Otro suceso importante es la transformación de dibujos isométricos y en perspectiva a la literal manipulación y distorsión del espacio, el paso de la axonometría a la explosión de la forma en fragmentos, de la transposición de perspectivas con varios puntos de vista a la creación, alteración y superposición de espacios. (Schumacher, 2004). Algunos de los programas más usados son de la firma AUTODESK, entre ellos Autocad que es empleado básicamente para planos en dos dimensiones, aunque tiene versión 3D y 3D MAX diseñado fundamentalmente para el trabajo de representación en tres dimensiones, perspectivas de presentación con amplia gama de colores, acabados de materiales, efectos de transparencia, manejo del agua, etcétera.

La experimentación arquitectónica ha tomado gran fuerza. Las transformaciones, la fragmentación y la deformación han sido viables gracias a las posibilidades tecnológicas digitales. Los nuevos

medios de representación como el escaneo, digitalización con rayos X de capas múltiples del dibujo (layering), proyecciones en perspectiva con múltiples puntos de vista, entre otros, sugieren una nueva orientación, navegación y habitación del espacio. El Museo Guggenheim de Bilbao del arquitecto Frank Gehry es una obra deconstructivista relevante y notable por el empleo de la tecnología. El Museo requirió el uso del programa de diseño para la aeronáutica CATIA, para la manipulación de las formas y el diseño de volúmenes y fachadas. El edificio está construido con placas de titanio, piedra caliza y cristal. Las placas metálicas tienen forma única y cada una tiene su lugar preciso. De manera digital fue posible determinar las medidas, formas y localización de todos y cada uno de los materiales empleados en la construcción. De esta manera se elaboraron planos de detalle para su fabricación, construcción y fijación en los lugares indicados en el proyecto.[16] Otros arquitectos dentro de esta corriente, como Zaha Hadid, se han distinguido por emplear la tecnología digital aplicada a sus proyectos de manera intensa y profundamente creativa.

16 - A la fecha, el arquitecto Frank Ghery ha creado una empresa de servicio que desarrolla software de alta tecnología enfocado a la arquitectura y a la industria de la construcción a través de productos encaminados al modelado para la construcción (Building Modeling Information, BIM por sus siglas en inglés). www.gehrytechnologies.com

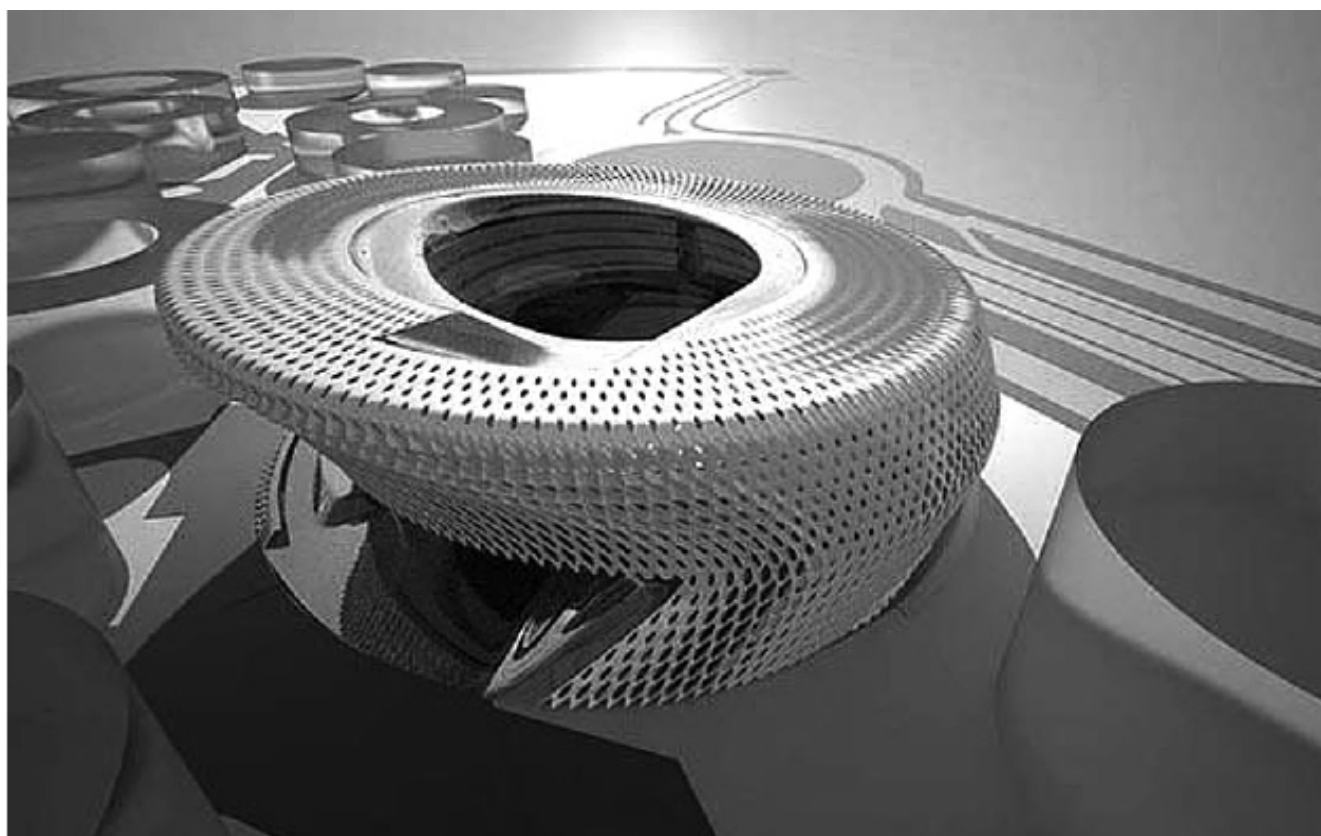
17 - www.guggenheim_bilbao.es. Fotografía de acceso libre en Internet. Accesada el 15/02/2010.

18 - www.zahahadid.com. El proyecto del Abu Dhabi Performing Arts Center para la Fundación Salomon R. Guggenheim es un conjunto cultural que consta de cinco teatros, el Music Hall, el Concert Hall, la Opera House, el Dance Theater, y un teatro flexible con capacidad para 6,300 espectadores. También aloja a la Academy of Performing Arts y el Abu Dhabi Performing Arts Center. Zaha Hadid dice del conjunto que...
"es una forma escultural que emerge de la intersección lineal de las sendas peatonales dentro del distrito cultural, que se van convirtiendo en un organismo viviente que genera una red de ramas sucesivas, con lo que, al recorrer el espacio, la arquitectura gana en complejidad, en altura y profundidad....." Fotografía de acceso libre en internet. Accesada el 24/04/2010.



Izquierda **Figura 2.10**
Arquitectura
deconstructivista, Museo
Guggenheim de Bilbao. Frank
Gehry[17].

Abajo **Figura 2.11**
Juzgado de lo Civil, Campus
de Justicia, Madrid, España.
Zaha Hadid y Patrick
Schumacher, 2007. Abu
Dhabi Performing Arts
Center. Zaha Hadid[18].



Derecha Figura **2.12**
Abu Dhabi Performing Arts
Center. Zaha Hadid

Abajo Figura **2.13**
Centro Acuático Olímpico
de Londres. Zaha Hadid.
Se comenzó a construir en
2004.



Con el manejo digital, su creatividad se vio impulsada en lo formal, lo espacial y lo cromático, en el manejo de la materia y la forma, en lo estructural y lo tecnológico, sin que sus proyectos sufrieran menoscabo en su función, utilidad y operación (Schumacher, 2004). Sistemáticamente ha empleado la visualización de modelos en tercera dimensión como auxiliar para ver de manera anticipada el seguimiento de la evolución del edificio que va a ser construido.

Durante la fase de diseño, los modelos tridimensionales, los planos, detalles y diagramas se interconectan e intercomunican. Cada elemento visual tiene una utilidad específica y afecta a los otros, enriqueciendo con una nueva perspectiva las posibilidades conceptuales y de diseño. Los modelos así diagramados se convierten en el soporte de la reflexión teórica del proyecto y le dan forma. El proceso de desarrollo del proyecto implica una relación constante entre el diseñador y la computadora que posibilita cambios, lo que hace que el acto de proyectar sea más dinámico y proporciona al arquitecto una mayor libertad formal (Betsky, 1998). El resultado puede ser visualizado en la Figura 2.11.

Si bien los programas de cómputo 2D y 3D han servido primordialmente para que los arquitectos desarrollen sus proyectos y su utilidad ha sido manifiesta de tal manera que de ser una herramienta de representación se ha convertido en un mecanismo para la exploración y la experimentación tanto proyectual como formal, la tecnología digital ha incidido también en el campo de la construcción de las obras. Los proyectos arquitectónicos elaborados con estas herramientas, sin importar la complejidad de la forma, su manipulación y distorsiones, proporcionan múltiples posibilidades para el manejo de los espacios, fachadas, materiales y en todos y cada uno de los elementos que componen la obra arquitectónica. Aún más, los datos quedan almacenados en el archivo de cada proyecto, en su base de datos.

Para edificar obras de tal complejidad, los programas actuales han incluido el manejo de estas referencias para modelar virtualmente su construcción. Estos programas pretenden ofrecer simultáneamente libertad y control de la creatividad, exactitud de los datos y flexibilidad en el trabajo desde las primeras etapas del proyecto, siempre conservando la precisión de la documentación y la visión de la construcción. Desde el diseño formal inicial, estos programas tienen datos, por ejemplo, de la superficie de cada uno de los niveles del edificio, los metros cuadrados, la forma y dimensiones de cada elemento de fachada, el número y especificaciones de cada pieza de ventanería, etcétera. La gestión de los archivos adquiere mayor relevancia y la posibilidad del trabajo en red es habitual sin necesidad de duplicar la información.

Las soluciones deben tener un perfecto intercambio de datos para facilitar los cambios y minimizar los errores. El resultado es un registro completo gráfico 2D y 3D con datos alfanuméricos y multimedia traducidos en planos y ligados a bases de datos que deben producir informes de diversos tipos, superficies, cantidades de materiales, de piezas, dimensiones de componentes específicos y muchos otros más que se requieren para la producción. La interconexión de programas también es importante relacionado el diseño arquitectónico con el diseño urbano de su entorno y con la arquitectura del paisaje o con la de interiores. El diseño-estructural queda como resultado del cálculo de los elementos que conforman la obra arquitectónica así como el de sus instalaciones y la calidad medioambiental que se genera en los espacios proyectados.

De igual forma, se obtienen los presupuestos y el análisis de costos de la construcción. Todas estas ventajas son dadas por la integración de los sistemas de información aplicados al proyecto y construcción de la obra arquitectónica sin importar su grado de complejidad. Es la integración de los sistemas de información aplicados al proyecto y construcción de la obra arquitectónica, sin

importar su grado de complejidad la que rompe con problemas y vicios anteriores: así como se facilita el diseño arquitectónico y se mejora a través de aproximaciones sucesivas de modelado, se mejora la vinculación con la obra y con todas y cada una de las empresas que en ella intervienen, ya que se cuenta con un proyecto maestro integral. Es el concepto que se maneja actualmente de Integración de Sistemas para la Construcción (Building Integration Modeling, BIM).

CONCLUSIONES

En la actualidad las herramientas tecnológicas han magnificado las posibilidades de diseño a los arquitectos. La experimentación digital ha convertido a las oficinas en verdaderos laboratorios de investigación. La investigación experimental con medios digitales difiere de la investigación tradicional de las otras ciencias porque en ella intervienen aspectos intuitivos y perceptuales; se manejan resultados aleatorios, así como procesos tecnológicos formales combinados con momentos de relajación y aún suspensión de los criterios racionales.

La visión inmaterial ha fortalecido a la más material de las artes, y esta misma visión es la que permite el diseño y construcción de proyectos más complejos y con mayores dificultades técnicas. La oficina virtual llegó para producir diseños espectaculares y los clientes no únicamente están dispuestos a patrocinarlos sino que los están convirtiendo en requerimientos del trabajo actual. (Zeliner, 1999). La tecnología de la construcción también se ha visto impactada por el avance en los procesos de diseño asistidos por computadora y por la aparición de nuevos procedimientos de construcción, de producción industrializada, de nuevos materiales, así como por la inquietud de los arquitectos e ingenieros por las nuevas y más audaces formas y estructuras. En el futuro se vislumbra que los programas de cómputo sean cada vez más poderosos, con una creciente integración de las fases del proyecto (incluyendo todos los procesos

experimentales) con las etapas técnicas de mayor complejidad. La estructura estará ligada al proyecto arquitectónico desde sus inicios, los componentes arquitectónicos perfectamente especificados y definidos, los costos de construcción relacionados con la programación de la obra. Esto representa una mayor libertad creativa ligada a un rigor técnico mejor administrado. Los avances tecnológicos son rápidos y las posibilidades del diseño y la construcción se amplían cada vez más.

BIBLIOGRAFIA

Coles, Alex et al. Design and Art. The MIT Press 2007. ISBN-10: 0-262-53289-1.

Galofaro, Luca. Digital Eisenman: An office in the electronic era (The Information Technology Revolution in Architecture). Birkhäuser-Publisher for Architecture, 1999. Basel, Switzerland. ISBN 3-7643-6094-1.

De Zegher, Catherine y Wigley, Mark. The Activist Drawing. Retracing Situationist Architectures from Constant's new Babylon to Beyond. The MIT Press 2001. ISBN-10:978-0-262-04181-X.

Grands Travaux. Numero Special Connaissance des Arts. La Villette. Paris, Francia, 2002.

Hadid, Zaha y Betsky, Aaron. The complete buildings and projects. Rizzoli International Publications, 1998. ISBN-13:978-08478.2133.4.

Schumacher, Patrick. Digital Hadid. Landscapes in Motion. Birkhäuser – Publishers for Architecture. Switzerland, 2004. ISBN 3-7643-0172-4.

Spiller, Neil. Digital Architecture Now: A global survey of emerging.

Ventury, Robert. Complexity and Contradiction in Architecture. The Museum of Modern Art, New York, 2a. Edición, 2002. ISBN-13: 978-0870702822.

Wigley, Mark. The Architecture of Deconstruction. Derrida's haunt. The MIT Press, 1995. ISBN-10: 0-262-73114-2.

Zaha Hadid. Catálogo de la exhibición en el Museo Guggenheim de Nueva York. 2006 ISBN: 978-0-89207-346-7.

Zeliner, Peter. Hybrid Space: New Forms in Digital Architecture. Rizzoli International Publications. 1999. ISBN-10: 0847822034.

ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN

Dongre, Alpina, R., Deshpande, S.A., Ingle, R.K. Emerging Architectonic Forms and Designed Forms. ArchNet-UAR. International Journal of Architectural Research. Volume 1, Issue 3, November 2007 (Pages 55-67).

De Mesa, Andrés, Quilez, Joan y Regot, Joaquín. Análisis geométrico de Formas Arquitectónicas Complejas. 2000. Construyendo el espacio digital. SIGRAD, Río de Janeiro.

D'Souza, Newton. Design Intelligences: A case for multiple intelligences in Architectural Design. ArchNet-UAR. International Journal of Architectural Research. Volume 1, Issue 2, July 2007 (15-34) 22.

Ghani, Isham. Function defies form: A thought for Architecture in the new information age. ArchNet-UAR. International Journal of Architectural Research. Volume 1, Issue 3, September 2007 (68-75).

Llavaneras Sánchez, Gustavo y Vélez Jahn, Gustavo. Arquitectura para las ciudades digitales. Junio 2009. www.arqchile.cl. Accesada el 19/06/2010.

Llavaneras Sánchez, Gustavo y Vélez Jahn, Gustavo. Arquitectura virtual. Junio 2009. www.arqchile.cl. Accesada el 19/06/2010.

Mandour, M. Alaa. Mixed Reality: The deconstruction of time/The restructure of future. ArchNet-UAR.

International Journal of Architectural Research. Volume 1, Issue 2, July 2007 (77-91).

Niezabitowski, Andrzej M. Architectonics – A System of exploring Architectural Forms in Spatial Categories. ArchNet-UAR. International Journal of Architectural Research. Volume 1, Issue 2, July 2007 (92-129).

Palmquist, Stephen. The architectonic form of Kant's Copernican Logic. Metaphilosophy, Vol. 17, Issue 4, Pages. 266-288. Agosto 2007. Metaphilosophy LLC Blackwell Publishing Ltd.

ARTÍCULOS DE DIVULGACIÓN

El Vitral de Vassareli. Revista Obras. Informe Especial. Vol. II, No. 19, Julio México, 1974.

PÁGINAS WEB

<http://noticias.arquitectos.com.mx>. Proyecto Futurista Capital Gate en Abu Dhabi. Accesada el 08/06/2010.

www.guggenheim_bilbao.es. Accesada el 15/02/2010

www.ibiblio.com. Web Museum, Paris. Accesada el 6/04/2010.

www.magazine_deutschland.de. Edelman, Thomas. Laboratorio de la Modernidad. 6/04/2010.

www.zahahadidarchitects.com. Accesada el 24/04/2010.